

2025

## PHYSICS — MDC

Paper : CC-1

(Basic Physics - I)

Full Marks : 75

Candidates are required to give their answers in their own words  
as far as practicable.

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর লেখো :

৩×৫

- (ক) যদি  $|\vec{A}|=10, |\vec{B}|=1$  এবং  $\vec{A} \cdot \vec{B}=6$  হয়, তবে  $|\vec{A} \times \vec{B}|$  এর মান নির্ণয় করো।
- (খ)  $\vec{\nabla} \cdot (\lambda \vec{r})$  এর মান নির্ণয় করো, যেখানে  $\lambda$  একটি ধ্রুবক এবং  $\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y + \hat{k}z$ ।
- (গ) যদি  $\phi(x, y, z) = xyz$  হয়, তবে দেখাও  $\vec{\nabla} \phi$  সলিনয়ডাল।
- (ঘ) একটি কণাকে মূল বিন্দু থেকে  $(1, 1, 1)$ -এ, বিন্দুগুলির সংযোগকারী সরলরেখা বরাবর সরানোর জন্য  $\vec{F} = 3x\hat{i} + 2xy\hat{j} + zx\hat{k}$  বল দ্বারা করা কৃতকার্য নির্ণয় করো।
- (ঙ) দ্বি-বস্তু সমস্যার জন্য হ্রাসকৃত ভর সংজ্ঞায়িত করো। দেখাও যে, এটি বস্তুদুটির যে-কোনোটির ভরের চেয়ে কম।
- (চ) কেপলারের সূত্রগুলি বিবৃত করো।
- (ছ) স্থিতিস্থাপক এবং অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের সংজ্ঞা দাও।
- (জ) মাত্রা বিশ্লেষণের মাধ্যমে কোনো প্রবাহীর সংকট বেগের রাশিমালা নির্ণয় করো।

প্রত্যেক বিভাগ থেকে অন্তত একটি করে প্রশ্ন নিয়ে মোট পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

বিভাগ - ক

২। (ক)  $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v-b) = RT$  সমীকরণে  $a$  ও  $b$ -এর মাত্রা নির্ণয় করো। ( $p$  ও  $v$  যথাক্রমে চাপ ও আয়তনকে বোঝায়)।

(খ) নির্ণয় করো  $\lim_{x \rightarrow a} \frac{x^3 - a^3}{x - a}$ ।

(গ) লেখচিত্র আঁকো,  $f(x) = |x|$  যেখানে  $-1 \leq x \leq +1$ ।

(ঘ) অবকল সমীকরণটির সাধারণ সমাধান নির্ণয় করো :  $y'' + 5y' + 4 = 0$ ।

৩+৩+৩+৩

Please Turn Over

(5672)

৩। (ক) একটি ত্রিভুজের দুইটি সন্নিহিত বাহু  $\vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$  এবং  $\vec{B} = 6\hat{i} + 7\hat{j} + 3\hat{k}$  দেওয়া আছে। ত্রিভুজটির ক্ষেত্রফল নির্ণয় করো।

(খ)  $\nabla r^n$  নির্ণয় করো, যেখানে  $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ।

(গ)  $\vec{A} = xy\hat{i} + yz\hat{j} + zx\hat{k}$ -এর ডাইভারজেন্স ও কার্ল নির্ণয় করো। ৩+৩+(৩+৩)

৪। (ক) পোলার নির্দেশতন্ত্রের একক ভেক্টর  $\hat{r}$  ও  $\hat{\theta}$  কে  $\hat{i}$  ও  $\hat{j}$  দ্বারা প্রকাশ করো।

(খ) গাউসের ডাইভারজেন্স উপপাদ্য বিবৃত করো। প্রমাণ করো  $\iiint_S \vec{r} \cdot d\vec{S} = 3V$ , যেখানে  $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$  এবং বদ্ধক্ষেত্রে

$S$  দ্বারা আবদ্ধ আয়তন  $V$ ।

(গ) সমাধান করো  $\frac{dy}{dx} + \frac{y}{x} = x^3 - 3$ । ৪+(২+৩)+৩

#### বিভাগ - খ

৫। (ক) গ্যালিলিয়ান রূপান্তর কাকে বলে? গ্যালিলিও অপরিবর্তনীয়তা বলতে কী বোঝো?

(খ) দেখাও যে, কোনো বস্তুর উপর কোনো বল দ্বারা কৃতকার্যের মান বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান হয়।

(গ)  $10\hat{i} + 2\hat{j}$  গতিবেগে একটি বোমা ছোঁড়া হল। বিস্ফোরণের পর  $M$  ভরের একটি টুকরো  $20\hat{i} + 50\hat{j}$  গতিবেগে গতিশীল হয়। অপর টুকরোর ভর  $3M$  হলে, সেটির গতিবেগ কত হবে? ৩+৪+৫

৬। (ক) কণাসমষ্টির জন্য ভরকেন্দ্রের সংজ্ঞা দাও।  $m$  ভরের একটি বস্তুকণা  $(-2, 1, 3)$  ও  $3m$  ভরের একটি বস্তুকণা  $(3, -1, 1)$  বিন্দুতে অবস্থিত আছে। তাদের ভরকেন্দ্র নির্ণয় করো।

(খ)  $t$  সময়ে  $m$  ও  $2m$  ভরের দুইটি কণার স্থানাঙ্ক যথাক্রমে  $(t, 2t^2, 0)$  ও  $(t^3, 0, 5t^2)$ । উহাদের উপর প্রযুক্ত বল যথাক্রমে  $\hat{i} + 5t\hat{j} + 2\hat{k}$  ও  $(t-1)\hat{i} + 7t^2\hat{k}$  হলে কণাগোষ্ঠীর উপর মোট টর্ক নির্ণয় করো।

(গ) একটি বস্তু  $X$  অক্ষের দিকে  $V(x) = \frac{1}{2}kx^2$  বিভবের অধীনে গতিশীল। বস্তুর গতিয় সমীকরণ নির্ণয় করো এবং সমাধান করো। (২+২)+৪+৪

৭। (ক) দেখাও, সংরক্ষী বলের অধীনে গতিশীল কোনো কণার দ্বারা কৃতকার্য পথ নিরপেক্ষ হয়।

(খ) দেখাও যে, সংরক্ষী বলক্ষেত্রে কোনো কণার স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির যোগফল সর্বদা ধ্রুবক থাকে।

(গ) দূরত্বের বর্গের সাথে ব্যাস্তানুপাতিক একটি বলের অধীনে একটি গ্রহ গতিশীল। গ্রহটির কক্ষপথের প্রকৃতি নির্ণয় করো। কোন্ শর্তে কক্ষপথটি উপবৃত্তাকার হবে? ৩+৪+(৪+১)

৮। (ক) দেখাও যে, কেন্দ্রগ বলের অধীনে সঞ্চরমান কোনো বস্তুকণার কৌণিক ভরবেগ ও ক্ষেত্রীয় বেগ ধ্রুবক।

(খ) পৃথিবী থেকে সূর্যের দূরত্ব যদি হঠাৎ অর্ধেক হয়ে যায়, তবে এক বছরে দিনসংখ্যা কত হবে?

(গ) একটি সুঘন ঘনত্বের নিরেট গোলকের অন্তর্বর্তী ও বহিঃস্থ কোন বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় করো।

(২+২)+৩+৫

- ৯। (ক) “প্রবাহীর দুটি ধারারেখ পরস্পরকে ছেদ করে না”— ব্যাখ্যা করো। অশান্ত প্রবাহ কী?  
 (খ) বার্নোলি-এর উপপাদ্য বিবৃত ও ব্যাখ্যা করো।  
 (গ) সান্দ্র তরলের মধ্যে দিয়ে একটি বস্তুর গতিসংক্রান্ত স্টোকস-এর সূত্র বিবৃত করো। মাত্রা বিশ্লেষণের সাহায্যে সূত্রটি প্রমাণ করো।  
 (২+১)+(২+২)+(২+৩)

## [ English Version ]

The figures in the margin indicate full marks.

1. Answer *any five* questions : 3×5
- (a) If  $|\vec{A}|=10, |\vec{B}|=1$  and  $\vec{A} \cdot \vec{B}=6$ , then find  $|\vec{A} \times \vec{B}|$ .
- (b) Calculate  $\vec{\nabla} \cdot (\lambda \vec{r})$  where  $\lambda$  is a constant and  $\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y + \hat{k}z$ .
- (c) If  $\phi(x, y, z) = xyz$ , then show that  $\vec{\nabla} \phi$  is solenoidal.
- (d) Find the work done by the force  $\vec{F} = 3x\hat{i} + 2xy\hat{j} + zx\hat{k}$  in moving a particle from the origin to (1, 1, 1) along the straight line joining the points.
- (e) Define reduced mass for a two-body problem. Show that, it is less than any one of the masses.
- (f) Write down Kepler's laws.
- (g) Define elastic and inelastic collisions.
- (h) Find the expression for the critical velocity of a fluid using dimensional analysis.

Answer *any five* questions, taking at least *one* question from *each Group*.

## Group - A

2. (a) Find the dimension of  $a$  and  $b$  in the equation  $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v-b) = RT$ , where  $p$  and  $v$  denote pressure and volume respectively.
- (b) Find  $\lim_{x \rightarrow a} \frac{x^3 - a^3}{x - a}$ .
- (c) Plot  $f(x) = |x|$  for  $-1 \leq x \leq +1$ .
- (d) Find the general solution of the differential equation :  $y'' + 5y' + 4 = 0$ . 3+3+3+3
3. (a) Two adjacent sides of a triangle are represented by  $\vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$  and  $\vec{B} = 6\hat{i} + 7\hat{j} + 3\hat{k}$ . Find the area of the triangle.
- (b) Find  $\vec{\nabla} r^n$ , where  $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ .
- (c) Find the divergence and curl of  $\vec{A} = xy\hat{i} + yz\hat{j} + zx\hat{k}$ . 3+3+(3+3)

Please Turn Over

(5672)

4. (a) Find the unit vectors  $\hat{r}$  and  $\hat{\theta}$  of polar coordinate system in terms of  $\hat{i}$  and  $\hat{j}$ .
- (b) State Gauss' divergence theorem. Show that  $\oiint_S \vec{r} \cdot d\vec{S} = 3V$ , where  $\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y + \hat{k}z$  and  $V$  is the volume bounded by the closed surface  $S$ .
- (c) Solve  $\frac{dy}{dx} + \frac{y}{x} = x^3 - 3$ . 4+(2+3)+3

### Group - B

5. (a) Define Galilean transformation. What do you mean by Galilean invariance?
- (b) Show that the work done by a force acting on a particle is equal to the change in its kinetic energy.
- (c) A bomb was thrown at a velocity  $10\hat{i} + 2\hat{j}$ . After exploding, it broke into pieces. One piece of mass  $M$  runs with a velocity  $20\hat{i} + 50\hat{j}$ . The other piece has mass  $3M$ . What is its velocity? 3+4+5
6. (a) Define centre of mass (CM) of a system of particles. Find the CM of a system of particles with mass  $m$  and  $3m$  kept at the position  $(-2, 1, 3)$  and  $(3, -1, 1)$ .
- (b) The coordinates of masses  $m$  and  $2m$  at time  $t$  be  $(t, 2t^2, 0)$  and  $(t^3, 0, 5t^2)$  respectively. The forces acting on them are  $\hat{i} + 5\hat{j} + 2\hat{k}$  and  $(t-1)\hat{i} + 7t^2\hat{k}$ , respectively. Find the total torque acting on the system.
- (c) A particle moves along the  $x$ -axis under a potential  $V(x) = \frac{1}{2}kx^2$ . Derive the equation of motion and solve it. (2+2)+4+4
7. (a) Show that the work done by a particle moving under conservative force is path independent.
- (b) Show that the sum of kinetic and potential energies of a particle is constant in a conservative force field.
- (c) Determine the nature of the orbit of a planetary body moving under inverse square law. Under what condition, will the orbit be elliptic? 3+4+(4+1)
8. (a) Show that the angular momentum and areal velocity of a particle moving under central force are conserved.
- (b) If the distance of the Earth from the Sun were suddenly reduced to half, how many days will be there in one year?
- (c) Find the intensity of the gravitational field inside and outside of a solid sphere with uniform density. (2+2)+3+5
9. (a) "Two streamlines don't intersect with each other" — Explain. What is a turbulent flow?
- (b) State and explain Bernoulli's theorem.
- (c) State Stoke's law in connection to the motion of a body through a viscous fluid. Derive the law from dimensional analysis. (2+1)+(2+2)+(2+3)